3. Шалкина Т. Н. *Электронные учебно-методические комплексы: проектирование, дизайн, инструментальные средства.* – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008.

Д. В. Фирстов, Д. В. Бережной

Казанский (Приволжский) федеральный университет,

firstquad@mail.ru, berezhnoi.dmitri@mail.ru

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ С ПОГЛОЩАЮЩИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИМИ

При численном моделировании динамических задач механики сплошной среды существует проблема возникновения волн, отраженных от границ изучаемой области. При отсутствии принятых мер борьбы с воздействиями указанных типов волн, результаты моделирования приобретают различного рода артефакты, которые существенно ухудшают их адекватность. Для решения этой проблемы сформулирован принцип и условия эффективного применения “поглощающих граничных условий” на основе тела Фойгта для различных конфигураций исследуемых сред. Известны способы решения данной проблемы, основанные на формировании “прозрачных границ” [1, 2], разработанных для ряда частных случаев “поглощающего слоя” [3], которые требуют ввода дополнительных алгоритмов в численную схему. Так же возможно применение увеличения размера расчетной области до величины, исключающей воздействие отраженных от границ волн (области расширения модели) [1], что ведет к резкому увеличению объема моделирования, особенно в случае моделей 3D. В предлагаемом подходе к построению “поглощающих граничных условий”, область моделирования и область расширения модели представлены телом Фойгта. В области расширения параметры, определяющие затухание, плавно увеличиваются от границы области моделирования к границе области расширения. Плавное изменение данного параметра позволяет минимизировать отражения от слоев с различным коэффициентом затухания. На основе данного подхода разработан алгоритм определения распределения коэффициента затухания в области расширения. Проведен ряд численных экспериментов, показавших хорошее совпадение модельных упругих волн при использовании предложенного подхода и моделирования с областью расширения, исключающий приход отраженных волн от границ расчетной области в область моделирования. Выявлено отличие получаемых модельных волн в низкочастотной части спектра, что обусловлено недостаточным поглощением данной части спектра вязко-упругой средой области расширения. Предложенный подход не требует введения специальных процедур и функций в используемую численную схему. Требуемая область расширения существенно меньше, чем в классическом случае области расширения без затухания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фирстов Д. В., Бережной Д. В. *Оценка адекватности 2D и 3D сейсмогеологических моделей.* – Казань, 2011. – С. 81–84.

2. Бате К., Вилсон Р. *Численные методы анализа и метод конечных элементов.* – Москва, 1982. – 448 с.

3. Пашков С. В. *Прозрачные границы. Уменьшение погрешности, вносимой границей расчетной области при числен-*

ном моделировании конечного участка бесконечного пространства. – Томск, 2007. – 230 с.

Г. М. Хушнизаров

РГП "Институт математики и математического моделирования" МОН РК,

h.galymzhan@gmail.com

ОБ ОДНОЙ ПРОБЛЕМЕ P_3-ПРИБЛИЖЕНИЯ В МЕТОДЕ СФЕРИЧЕСКИХ ГАРМОНИК ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА

Рассматривается P_3-приближение систем бесконечных дифференциальных уравнений, которые получаются при использовании метода сферических гармоник в стационарных кинетических уравнениях односкоростного переноса.

Как известно, стационарная система P_3-приближения состоит из 16 уравнений (см. вывод в [1])

$$2(u^0 - u^2)_x + s_x^2 + p_y^2 + 2v_z^2 + 6\sigma v^1 = 0,$$

$$6(u^1 - u^3)_x + s_x^3 + p_y^3 + 6v_z^1 + 4v_z^3 + 10\sigma v^2 = 0,$$

$$12u_x^2 - s_x^2 - p_y^2 + 8v_z^2 + 14\sigma v^3 = 0,$$

$$(i)\ \begin{cases} v_x^1 + w_y^1 + u_z^1 + \sigma u^0 = 0, \\ -v_x^1 + v_x^3 - w_y^1 + w_y^3 + 2u_z^1 + 3u_z^3 + 5\sigma u^2 = 0, \\ 12v_x^1 - 2v_x^3 + q_x^1 - 12w_y^1 + 2w_y^3 + q_y^2 + 2s_z^3 + 10\sigma s^2 = 0, \end{cases}$$

$$(ii)\ \begin{cases} v_x^2 + w_y^2 + u_z^0 + 2u_z^2 + 3\sigma u^1 = 0, \\ -v_x^2 - w_y^2 + 3u_z^2 + 7\sigma u^3 = 0, \\ 2v_x^2 - 2w_y^2 + s_z^2 + \frac{7}{5}\sigma s^3 = 0, \end{cases}$$